

CERAMIC HEATER FOR SEMICONDUCTOR MANUFACTURING DEVICE

Publication number: JP2004146569 (A)

Publication date: 2004-05-20

Inventor(s): KACHI YOSHIBUMI; HIIRAGIDAIRA HIROSHI; NAKADA HIROHIKO

Applicant(s): SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES

Classification:


- international: H05B3/20; H01L21/00; H01L21/02; H01L21/205; H01L21/687; H05B3/10; H05B3/12; H05B3/14; H05B3/74; H05B3/20; H01L21/00; H01L21/02; H01L21/67; H05B3/10; H05B3/12; H05B3/14; H05B3/68; (IPC1-7): H01L21/205; H01L21/02; H05B3/10; H05B3/12; H05B3/20; H05B3/74


- European: H01L21/687S12; H01L21/00S2H2; H05B3/14C2

Application number: JP20020309388 20021024


Priority number(s): JP20020309388 20021024

Also published as:

 US2005241584 (A1)

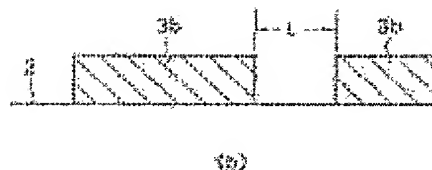
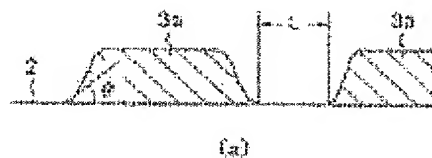
 CN1613275 (A)

 TW236064 (B)

 WO2004039129 (A1)

Abstract of JP 2004146569 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a ceramic heater for a semiconductor manufacturing device that can prevent damages to a wafer caused by the short circuit between resistance heating elements caused in heat-treating the wafer while maintaining the soaking property of the surface of the wafer by optimizing the inter-wiring distances of the heating elements. ; **SOLUTION:** This ceramic heater has the resistance heating elements 3a on or in a ceramic substrate 2. In the cross section of each heating element 3a, the minimum angle [theta] between the bottom face and side face of the element 3a is adjusted to $\theta \geq 5[\text{deg.}]$. It is also possible to dispose a plasma electrode on or in a ceramic substrate 2a of the heater. It is preferable, in addition, to use at least one kind of material selected from among an aluminum nitride, silicon nitride, aluminum oxynitride, and silicon carbide for forming the substrate 2a. ; **COPYRIGHT:** (C)2004,JPO



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-146569

(P2004-146569A)

(43) 公開日 平成16年5月20日(2004.5.20)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 L 21/02	H 0 1 L 21/02	Z 3 K 0 3 4
H 0 5 B 3/10	H 0 5 B 3/10	A 3 K 0 9 2
H 0 5 B 3/12	H 0 5 B 3/10	C 5 F 0 4 5
H 0 5 B 3/20	H 0 5 B 3/12	A
H 0 5 B 3/74	H 0 5 B 3/20 3 9 3	
審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2002-309388 (P2002-309388)	(71) 出願人	000002130
(22) 出願日	平成14年10月24日 (2002.10.24)		住友電気工業株式会社
			大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
		(74) 代理人	100083910
			弁理士 山本 正緒
		(72) 発明者	加智 義文
			兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友
			電気工業株式会社伊丹製作所内
		(72) 発明者	終平 啓
			兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友
			電気工業株式会社伊丹製作所内
		(72) 発明者	仲田 博彦
			兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友
			電気工業株式会社伊丹製作所内
		最終頁に続く	

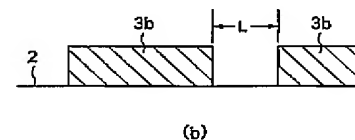
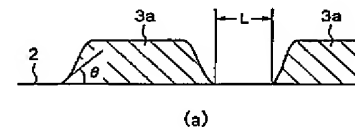
(54) 【発明の名称】 半導体製造装置用セラミックスヒーター

(57) 【要約】

【課題】 抵抗発熱体の配線間距離を最適化することによって、ウエハ表面の均熱性を保持しながら、加熱処理時に抵抗発熱体間での短絡による損傷が防止することができる半導体製造装置用セラミックスヒーターを提供する。

【解決手段】 セラミックス基板2の表面又は内部に抵抗発熱体3aを有する半導体製造装置用セラミックスヒーターであって、抵抗発熱体3aの断面において、抵抗発熱体3aの底面と側面とがなす最小角度 θ を5°以上とする。セラミックスヒーターは、セラミックス基板2aの表面又は内部に、更にプラズマ電極が配置されていても良い。また、セラミックス基板2aは、窒化アルミニウム、窒化珪素、酸窒化アルミニウム、炭化珪素から選ばれた少なくとも1種が好ましい。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

セラミックス基板の表面又は内部に抵抗発熱体を有する半導体製造装置用セラミックスヒーターであって、抵抗発熱体の断面において、該抵抗発熱体の底面と側面とがなす最小角度が 5° 以上であることを特徴とする半導体製造装置用セラミックスヒーター。

【請求項2】

ウエハ載置面にウエハを載置して抵抗発熱体に通電加熱したとき、ウエハ表面温度のバラツキが使用温度において $\pm 1.0\%$ 以下であることを特徴とする、請求項1に記載の半導体製造装置用セラミックスヒーター。

【請求項3】

前記ウエハ表面温度のバラツキが使用温度において $\pm 0.5\%$ 以下であることを特徴とする、請求項2に記載の半導体製造装置用セラミックスヒーター。

【請求項4】

前記セラミックス基板が、窒化アルミニウム、窒化珪素、酸窒化アルミニウム、炭化珪素から選ばれた少なくとも1種からなることを特徴とする、請求項1～3のいずれかに記載の半導体製造装置用セラミックスヒーター。

【請求項5】

前記セラミックス基板が、熱伝導率 $100\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の窒化アルミニウム又は炭化ケイ素であることを特徴とする、請求項1～4のいずれかに記載の半導体製造装置用セラミックスヒーター。

【請求項6】

前記抵抗発熱体が、タンガステン、モリブデン、白金、パラジウム、銀、ニッケル、クロムから選ばれた少なくとも1種からなることを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載の半導体製造装置用セラミックスヒーター。

【請求項7】

前記セラミックス基板の表面又は内部に、更にプラズマ電極が配置されていることを特徴とする、請求項1～4のいずれかに記載の半導体製造装置用セラミックスヒーター。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体製造工程においてウエハに所定の処理を行う半導体製造装置に使用され、ウエハを保持して加熱するセラミックスヒーターに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、半導体製造装置に使用されるセラミックスヒーターに関しては、種々の構造が提案されている。例えば、特公平6-28258号公報には、抵抗発熱体が埋設され、容器内に設置されたセラミックスヒーターと、このヒーターのウエハ加熱面以外の面に設けられ、反応容器との間で気密性シールを形成する凸状支持部材とを備えた半導体ウエハ加熱装置が提案されている。

【0003】

また、最近では、製造コスト低減のために、ウエハの外径は8インチから12インチへ大口径化が進められており、これに伴ってウエハを保持するセラミックスヒーターも直径300mm以上になってきている。同時に、セラミックスヒーターにウエハを載置して抵抗発熱体に通電加熱したとき、ウエハ表面温度のバラツキ、即ちウエハ表面の均熱性は $\pm 1.0\%$ 以下、更に望ましくは $\pm 0.5\%$ 以下が求められている。

【0004】

【特許文献1】

特公平6-28258号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

セラミックスヒーターの表面又は内部に形成される抵抗発熱体は、ウエハを載置する面を均一に加熱できるようにパターン設計され配置されている。即ち、ウエハ表面の均熱性を向上させるためには、抵抗発熱体の線幅及び隣接する抵抗発熱間の間隔を極力狭くし、抵抗発熱体を密に配置することが考えられる。

【0006】

しかしながら、ウエハ表面の均熱性向上を重視して抵抗発熱体の配線間隔を狭くし過ぎると、抵抗発熱体の配線間に生じる電位差によって部分放電現象が生じ、これが更に進行すると抵抗発熱体の配線間で短絡が起こり、セラミックスヒーターの損傷にいたる。

【0007】

本発明は、このような従来の事情に鑑み、抵抗発熱体のパターン設計を最適化することにより、ウエハ表面の均熱性を保持しながら、加熱処理時に抵抗発熱体間での短絡による損傷を防止することが出来る半導体製造装置用セラミックスヒーターを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明は、セラミックス基板の表面又は内部に抵抗発熱体を有する半導体製造装置用セラミックスヒーターであって、抵抗発熱体の断面において、該抵抗発熱体の底面と側面とがなす最小角度が 5° 以上であることを特徴とする半導体製造装置用セラミックスヒーターを提供する。

【0009】

上記本発明の半導体製造装置用セラミックスヒーターは、ウエハ載置面にウエハを載置して抵抗発熱体に通電加熱したとき、ウエハ表面温度のバラツキが使用温度において $\pm 1.0\%$ 以下であることを、好ましくは $\pm 0.5\%$ 以下であることを特徴とするものである。

【0010】

上記本発明の半導体製造装置用セラミックスヒーターにおいては、前記セラミックス基板が、窒化アルミニウム、窒化珪素、酸窒化アルミニウム、炭化珪素から選ばれた少なくとも1種からなることが好ましい。特に、前記セラミックス基板が、熱伝導率 $100\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の窒化アルミニウム又は炭化ケイ素であることが好ましい。

【0011】

また、上記本発明の半導体製造装置用セラミックスヒーターにおいては、前記抵抗発熱体が、タングステン、モリブデン、白金、パラジウム、銀、ニッケル、クロムから選ばれた少なくとも1種からなることが好ましい。

【0012】

更に、上記本発明の半導体製造装置用セラミックスヒーターは、前記セラミックス基板の表面又は内部に、更にプラズマ電極が配置されていても良い。

【0013】

【発明の実施の形態】

発明者らは、セラミックスヒーターの抵抗発熱体に通電加熱して昇温させた際に、セラミックスヒーターに割れ等の損傷が発生する現象を詳細に検討した結果、互いに隣り合う抵抗発熱体の配線がその電位差の最も高い部位で短絡し、セラミックスヒーターの破壊に至っていることを見出した。

【0014】

このような抵抗発熱体での短絡現象を回避するため、発明者らは、抵抗発熱体の断面形状、とりわけ抵抗発熱体の配線断面（以下、単に抵抗発熱体断面とも言う）における底面と側面とがなす角度に着目した。即ち、このような短絡現象は、抵抗発熱体の配線間の距離、印加電圧、電極形状、及び雰囲気圧力によって発生の有無が決定される。ここで、配線間距離はヒーターの均熱性を得るために抵抗発熱体のパターン設計で制約され、印加電圧及び雰囲気圧力は処理条件により定められる。

【0015】

一方、抵抗発熱体の配線間距離を一定とした場合、配線断面が正形状及び長形状のと

10

20

30

40

50

き最も短絡が起こり難く、針状のときに最も短絡が起こり易いことが判明した。従って、セラミックスヒーターの抵抗発熱体の断面形状を工夫することによって、短絡による割れを防止できると考え、その方法を検討した。

【0016】

セラミックスヒーターの抵抗発熱体は、一般的に、セラミックス焼結体若しくはグリーンシート上に、導電ペーストを印刷して焼き付けることにより形成される。このようにして得られる抵抗発熱体の断面形状を模式的に示すと、理想的には図1(b)のように断面矩形状の抵抗発熱体3bとして図示されることが多いが、実際には導電ペーストのダレやみによって、必ず図(a)のように抵抗発熱体3aは傾斜した側面を有する略台形状となり、セラミックス基板2に接する抵抗発熱体3aの底面と側面とがなす最小角度 θ は鋭角になる。

10

【0017】

そこで、図1(b)に示す抵抗発熱体の断面において、抵抗発熱体3aの配線間距離Lを0.5~20mmの範囲で変化させると共に、その底面と側面とがなす最小角度 θ を2°から次第に大きく設定して、抵抗発熱体を通電加熱したときの配線間における短絡の有無を調べた。その結果、配線間距離Lに拘わらず、抵抗発熱体断面において底面と側面とがなす最小角度 θ を5°以上とすることにより、配線間の短絡を回避できることを見出した。

【0018】

尚、抵抗発熱体断面において底面と側面とがなす最小角度 θ を変える方法としては、抵抗発熱体形成用のペーストを印刷塗布する際に、ペースト希釈量を変えてペースト粘度を変化させる等の方法を採用することができ。

20

【0019】

本発明のセラミックスヒーターにおいては、抵抗発熱体の底面と側面とがなす最小角度 θ が5°以上であっても、抵抗発熱体の配線間距離Lが余りに小さ過ぎると、即ち一般的に配線間距離Lが0.1mm未満になると、配線間で短絡が生じやすくなるため注意を要する。

【0020】

このように、抵抗発熱体断面において底面と側面とがなす最小角度 θ を5°以上とする本発明のセラミックスヒーターでは、抵抗発熱体に通電加熱したときのウエハ表面温度のバラツキ(均熱性)を、使用温度において好ましくは±1.0%以下、更に好ましくは±0.5%以下とすることが可能である。

30

【0021】

しかし、抵抗発熱体の配線間距離Lが大き過ぎると、抵抗発熱体に通電加熱したときのウエハ表面温度のバラツキが大きくなり、所望の均熱性を達成することが難しくなる。この点を考慮すると、抵抗発熱体の配線間距離Lは5mm以下とすることが望ましい。

【0022】

次に、本発明によるセラミックスヒーターの具体的な構造を、図2~図3により説明する。図2に示すセラミックスヒーター1は、セラミックス基板2aの表面上に所定の配線パターンの抵抗発熱体3が設けてあり、その表面上に別のセラミックス基板2bがガラス又はセラミックスからなる接着層4により接合されている。尚、抵抗発熱体3の配線パターンの配線幅は、好ましくは5mm以下、更に好ましくは1mm以下とする。

40

【0023】

また、図2に示すセラミックスヒーター11は、その内部に抵抗発熱体13と共にフラスマ電極15を備えている。即ち、図1のセラミックスヒーターと同様に、表面上に抵抗発熱体13を有するセラミックス基板12aとセラミックス基板12bを接着層4で接合すると共に、そのセラミックス基板12aの他表面に、フラスマ電極15を設けた別のセラミックス基板12cがガラス又はセラミックスからなる接着層15により接合してある。

【0024】

尚、図2及び図3に示したセラミックスヒーターの製造においては、それぞれのセラミッ

50

クス基板を接合する方法以外にも、厚さ約0.5mmのグリーンシートを準備し、各グリーンシート上に導電性ペーストを抵抗発熱体及び／又はプラズマ電極の回路パターンを印刷塗布した後、これらのグリーンシート並びに必要に応じて通常のグリーンシートを所要の厚さが得られるよう積層し、同時に焼結して一体化しても良い。

【0025】

【実施例】

実施例1

窒化アルミニウム（AlN）粉末に、焼結助剤とバインダーを添加し、ボールミルによって分散混合した。この混合粉末をスプレードライ乾燥した後、直径380mm、厚み1mmの円板状にプレス成形した。得られた成形体を非酸化性雰囲気中にて温度800℃で脱脂した後、温度1900℃で4時間焼結することにより、AlN焼結体を得た。このAlN焼結体の熱伝導率は170W/mKであった。このAlN焼結体の外周面を外径300mmになるまで研磨して、セラミックスヒーター用のAlN基板2枚を準備した。

10

【0026】

1枚の上記AlN基板の表面上に、タングステン粉末と焼結助剤をバインダーに混練したペーストを印刷塗布し、所定の抵抗発熱体の配線パターンを形成した。その際、印刷スクリーンやペースト粘度を変えることにより、抵抗発熱体の断面において、抵抗発熱体の底面と側面とがなす最小角度 θ （以下、断面最小角度 θ と称する）及び隣接する配線間距離 L を変化させた。その後、このAlN基板を非酸化雰囲気中にて温度800℃で脱脂した後、温度1700℃で焼成して、Wの抵抗発熱体を形成した。

20

【0027】

また、残り1枚の上記AlN基板の表面に、 Y_2O_3 系接着剤とバインダーを混練したペーストを印刷塗布し、温度500℃で脱脂した。このAlN基板の接着剤の層を、上記AlN基板の抵抗発熱体を形成した面に重ね合わせ、温度800℃に加熱して接合した。このようにして、図1の構造を有し、下記表1に示すように配線間距離 L 及び断面最小角度 θ が異なる各試料のセラミックスヒーターを作製した。

【0028】

このようにして得られた各試料のセラミックスヒーターについて、ウエハ載置面の反対側表面に形成した2つの電極から、200Vの電圧で抵抗発熱体に電流を流すことにより、セラミックスヒーターの温度を500℃まで昇温し、セラミックスヒーターの割れの発生有無を調べた。また、セラミックスヒーターのウエハ載置面上に厚み0.8mm、直径300mmのシリコンウエハを載せ、その表面温度分布を測定して、500℃でのウエハ表面の均熱性を求めた。得られた結果を、試料毎に下記表1に示した。

30

【0029】

【表1】

試料	断面最少角度 θ (°)	配線間距離 L (mm)	ヒーター割れ発生 頻度 (N=10)	500°Cでの表面 の均熱性(°C)
1	7	20	0/5	±1.80
2	7	10	0/5	±1.31
3	7	5	0/5	±0.48
4	7	1	0/5	±0.40
5	7	0.5	0/5	±0.35
6	5	20	0/5	±1.80
7	5	10	0/5	±1.31
8	5	5	0/5	±0.48
9	5	1	0/5	±0.40
10	5	0.5	0/5	±0.35
11*	4	20	0/5	±1.80
12*	4	10	0/5	±1.31
13*	4	5	2/5	±0.48
14*	4	1	4/5	±0.40
15*	4	0.5	5/5	±0.35
16*	2	20	0/5	±1.80
17*	2	10	2/5	±1.31
18*	2	5	4/5	±0.48
19*	2	1	4/5	±0.40
20*	2	0.5	5/5	±0.35

(注) 表中の*を付した試料は比較例である。

【0030】

上記表1に示す結果から分るように、窒化アルミニウムヒーターにおいて、抵抗発熱体の断面最小角度 θ を5°以上とすること、加熱昇温時のヒーター割れを無くすることができた。しかも、抵抗発熱体の配線間距離Lを0.5～5mmの範囲内とすることにより、±0.5%以内の均熱性が得られることが分った。

【0031】

実施例2

窒化珪素(Si_3N_4)粉末に、焼結助剤とバインダーを添加して、ボールミルによって分散混合した。この混合粉末をスプレードライ乾燥した後、直径880mm、厚み1mmの円板状にプレス成形した。この成形体を非酸化性雰囲気中にて温度800℃で脱脂した後、温度1550℃で4時間焼結することによって、 Si_3N_4 焼結体を得た。この Si_3N_4 焼結体の熱伝導率は20W/mKであった。この Si_3N_4 焼結体の外周面を外径800mmになるまで研磨して、セラミックスヒーター用の Si_3N_4 基板2枚を準備した。

【0032】

1枚の上記 Si_3N_4 基板の表面上に、タングステン粉末と焼結助剤をバインダーに混練したペーストを印刷塗布して、所定の抵抗発熱体の配線パターンを形成した。このとき、印刷スクリーンやペースト粘度を変えることにより、抵抗発熱体の断面において、抵抗発熱体の断面最小角度 θ 及び隣接する配線間距離Lを変化させた。その後、この Si_3N_4 基板を非酸化雰囲気中にて温度800℃で脱脂した後、温度1700℃で焼成して、Wの抵抗発熱体を形成した。

【0033】

また、残り1枚の上記 Si_3N_4 基板の表面に、 SiO_2 系接着剤とバインダーを混練したペーストを印刷塗布し、温度500℃で脱脂した。この Si_3N_4 基板の接着剤の層を

10

20

30

40

50

、上記 Si₃N₄ 基板の抵抗発熱体を形成した面に重ね合わせ、温度 800℃ に加熱して接合した。このようにして、図 1 の構造を有し、下記表 2 に示すように配線間距離 L 及び断面最小角度 θ が異なる各試料のセラミックスヒーターを作製した。

【0034】

このようにして得られた各試料のセラミックスヒーターについて、200V の電圧で抵抗発熱体に電流を流すことにより、セラミックスヒーターの温度を 500℃ まで昇温し、セラミックスヒーターの割れ発生の有無を調べた。また、セラミックスヒーターのウエハ載置面上に厚み 0.8mm、直径 300mm のシリコンウエハを載せ、その表面温度分布を測定して、500℃ でのウエハ表面の均熱性を求めた。得られた結果を、試料毎に下記表 2 に示した。

【0035】

【表 2】

試料	断面最少角度 θ (°)	配線間距離 L (mm)	ヒーター割れ発生 頻度 (N=10)	500℃ウエハ表面 の均熱性(℃)
21	7	20	0/5	±2.85
22	7	10	0/5	±2.50
23	7	5	0/5	±0.91
24	7	1	0/5	±0.81
25	7	0.5	0/5	±0.67
26	5	20	0/5	±2.85
27	5	10	0/5	±2.50
28	5	5	0/5	±0.91
29	5	1	0/5	±0.81
30	5	0.5	0/5	±0.67
31*	4	20	0/5	±2.85
32*	4	10	0/5	±2.50
33*	4	5	1/5	±0.91
34*	4	1	3/5	±0.81
35*	4	0.5	4/5	±0.67
36*	2	20	0/5	±2.85
37*	2	10	2/5	±2.50
38*	2	5	4/5	±0.91
39*	2	1	5/5	±0.81
40*	2	0.5	5/5	±0.67

(注) 表中の*を付した試料は比較例である。

【0036】

上記表 2 から分かるように、窒化珪素製のセラミックスヒーターにおいても、抵抗発熱体の断面最小角度 θ を 5° 以上とすることにより、実施例 1 の窒化アルミニウム製の場合と同様に、加熱昇温のヒーター割れを無くすることができた。しかも、抵抗発熱体の配線間距離 L を 0.5～5mm の範囲内とすることにより、±1.0% 以内の均熱性が得られた。

【0037】

実施例 3

酸窒化アルミニウム (AlON) 粉末に、焼結助剤とバインダーを添加し、ボールミルによって分散混合した。この混合粉末をスプレードライ乾燥した後、直径 380mm、厚み 1mm の円板状にプレス成形した。この成形体を非酸化性雰囲気中で温度 800℃ で脱脂した後、温度 1770℃ で 4 時間焼結することによって、AlON 焼結体を得た。この AlON 焼結体の熱伝導率は 20W/mK であった。得られた AlON 焼結体の外周面を

外径 300 mm になるまで研磨して、セラミックスヒーター用の AlON 基板 2 枚を準備した。

【0038】

1 枚の上記 AlON 基板の表面上に、タングステン粉末と焼結助剤をバインダーに混練したペーストを印刷塗布し、所定の抵抗発熱体の配線パターンを形成した。このとき、印刷スクリーンやペースト粘度を変えることにより、抵抗発熱体の断面において、抵抗発熱体の断面最小角度 θ 及び隣接する配線間距離 L を変化させた。その後、この AlON 基板を非酸化雰囲気中にて温度 800℃ で脱脂した後、温度 1700℃ で焼成して、それぞれ W の抵抗発熱体を形成した。

【0039】

また、残り 1 枚の上記 AlON 基板の表面に、SiO₂ 系接着剤とバインダーを混練したペーストを印刷塗布し、温度 500℃ で脱脂した。この AlON 基板の接着剤の層を、上記 AlON 基板の抵抗発熱体を形成した面に重ね合わせ、温度 800℃ に加熱して接合した。このようにして、下記表 3 に示すように図 1 の構造を有し、下記表 3 に示すように配線間距離 L 及び断面最小角度 θ が異なる各試料のセラミックスヒーターを作製した。

【0040】

このようにして得られた各試料のセラミックスヒーターについて、200 V の電圧で抵抗発熱体に電流を流すことにより、セラミックスヒーターの温度を 500℃ まで昇温し、セラミックスヒーターの割れ発生の有無を調べた。また、セラミックスヒーターのウエハ載置面上に厚み 0.8 mm、直径 300 mm のシリコンウエハを載せ、その表面温度分布を測定して、500℃ でのウエハ表面の均熱性を求めた。得られた結果を、試料毎に下記表 3 に示した。

【0041】

【表 3】

試料	断面最少角度 θ (°)	配線間距離 L (mm)	ヒーター割れ発生 頻度 (N=10)	500℃ウエハ表面 の均熱性(℃)
41	7	20	0/5	±2.85
42	7	10	0/5	±2.50
43	7	5	0/5	±0.91
44	7	1	0/5	±0.81
45	7	0.5	0/5	±0.67
46	5	20	0/5	±2.85
47	5	10	0/5	±2.50
48	5	5	0/5	±0.91
49	5	1	0/5	±0.81
50	5	0.5	0/5	±0.67
51*	4	20	0/5	±2.85
52*	4	10	0/5	±2.50
53*	4	5	3/5	±0.91
54*	4	1	4/5	±0.81
55*	4	0.5	5/5	±0.67
56*	2	20	0/5	±2.85
57*	2	10	2/5	±2.50
58*	2	5	4/5	±0.91
59*	2	1	5/5	±0.81
60*	2	0.5	5/5	±0.67

(注) 表中の*を付した試料は比較例である。

【0042】

上記表2から分るように、酸化アルミニウム製のセラミックスヒーターにおいても、抵抗発熱体の断面最小角度 θ を 5° 以上とすることにより、実施例1の酸化アルミニウム製の場合と同様に、加熱昇温のヒーター割れを無くすることができた。しかも、抵抗発熱体の配線間距離 L を $0.5 \sim 5 \text{ mm}$ の範囲内とすることにより、 $\pm 1.0\%$ 以内の均熱性が得られた。

【0043】

実施例4

実施例1と同様の方法により、酸化アルミニウム焼結体からなる外径 800 mm のセラミックスヒーター用の AlN 基板を2枚作製した。次に、この2枚の AlN 基板を用いてセラミックスヒーターを作製するに際して、1枚の AlN 基板の表面上に設ける抵抗発熱体の材料を Mo 、 Pt 、 Au-Pd 、 Ni-Cr に変化させた以外は実施例1と同様にして、それぞれ配線間距離 L 及び断面最小角度 θ が異なる W の抵抗発熱体を形成した。

10

【0044】

次に、残り1枚の AlN 基板の表面には、 SiO_2 系接合ガラスを塗布し、非酸化性雰囲気にて温度 800°C で脱脂した。この AlN 基板の接合ガラス層を、上記 AlN 基板の抵抗発熱体を形成した面に重ね合わせ、温度 800°C に加熱して接合することにより、下記表4に示すように配線間距離 L 及び断面最小角度 θ が異なる各試料の AlN 製のセラミックスヒーターを得た。

【0045】

このようにして得られた各試料のセラミックスヒーターについて、 200 V の電圧で抵抗発熱体に電流を流すことにより、セラミックスヒーターの温度を 500°C まで昇温し、セラミックスヒーターの割れ発生の有無を調べた。また、セラミックスヒーターのウエハ載置面上に厚み 0.8 mm 、直径 800 mm のシリコンウエハを載せ、その表面温度分布を測定して、 500°C でのウエハ表面の均熱性を求めた。得られた結果を、試料毎に下記表4に示した。

20

【0046】

【表4】

試料	発熱体	断面最少 角度 $\theta(^{\circ})$	配線間距離 L(mm)	ヒーター割れ発生 頻度(N=5)	500°Cでの表面 均熱性(°C)
61	Mo	7	10	0/5	± 1.28
62	Mo	7	0.5	0/5	± 0.35
63	Mo	5	10	0/5	± 1.28
64	Mo	5	5	0/5	± 0.45
65	Mo	5	1	0/5	± 0.37
66	Mo	5	0.5	0/5	± 0.35
67*	Mo	4	10	0/5	± 1.28
68*	Mo	4	1	2/5	± 0.37
69*	Mo	4	0.5	5/5	± 0.35
70	Pt	7	10	0/5	± 1.28
71	Pt	7	0.5	0/5	± 0.35
72	Pt	5	10	0/5	± 1.28
73	Pt	5	5	0/5	± 0.45
74	Pt	5	1	0/5	± 0.37
75	Pt	5	0.5	0/5	± 0.35
76*	Pt	4	10	0/5	± 1.28
77*	Pt	4	1	4/5	± 0.37
78*	Pt	4	0.5	4/5	± 0.35
79	Ag-Pd	7	10	0/5	± 1.28
80	Ag-Pd	7	0.5	0/5	± 0.35
81	Ag-Pd	5	10	0/5	± 1.28
82	Ag-Pd	5	5	0/5	± 0.45
83	Ag-Pd	5	1	0/5	± 0.37
84	Ag-Pd	5	0.5	0/5	± 0.35
85*	Ag-Pd	4	10	0/5	± 1.28
86*	Ag-Pd	4	1	3/5	± 0.37
87*	Ag-Pd	4	0.5	4/5	± 0.35
88	Ni-Cr	7	10	0/5	± 1.28
89	Ni-Cr	7	0.5	0/5	± 0.35
90	Ni-Cr	5	10	0/5	± 1.28
91	Ni-Cr	5	5	0/5	± 0.45
92	Ni-Cr	5	1	0/5	± 0.37
93	Ni-Cr	5	0.5	0/5	± 0.35
94*	Ni-Cr	4	10	0/5	± 1.28
95*	Ni-Cr	4	1	3/5	± 0.37
96*	Ni-Cr	4	0.5	5/5	± 0.35

(注) 表中の*を付した試料は比較例である。

【0047】

上記表4に示すように、抵抗発熱体がMo、Pt、Ag-Pd、Ni-Crからなる窒化アルミニウム製のセラミックスヒーターにおいても、実施例1に示したWの抵抗発熱体の場合と同様に、抵抗発熱体の断面最小角度 θ を5°以上とすることにより、加熱昇温のヒーター割れを無くすることができた。しかも、抵抗発熱体の配線間距離Lを0.5～5mmの範囲内とすることにより、 $\pm 0.5\%$ 以内の均熱性が得られた。

【0048】

実施例5

窒化アルミニウム (AlN) 粉末に焼結助剤、バインダー、分散剤、アルコールを添加混練したペーストを用い、ドクターブレード法による成形を行って、厚さ約 0.5 mm のグリーンシートを得た。

【0049】

次に、このグリーンシートを 80℃ で 5 時間乾燥した後、タングステン粉末と焼結助剤をバインダーにて混練したペーストを、1 枚のグリーンシートの表面上に印刷塗布して、所定配線パターンの抵抗発熱体層を形成した。このとき、印刷スクリーンやペースト粘度を変えることにより、抵抗発熱体の断面において、抵抗発熱体の断面最小角度 θ 及び隣接する配線間距離 L を変化させた。

【0050】

更に、別の 1 枚のグリーンシートを同様に乾燥し、その表面上に前記タングステンペーストを印刷塗布して、プラズマ電極層を形成した。これら 2 枚の導電層を有するグリーンシートと、導電層が印刷されていないグリーンシートを合計 50 枚積層し、70 kg/cm² の圧力をかけながら 140℃ に加熱して一体化した。

【0051】

得られた積層体を非酸化性雰囲気中にて 600℃ で 5 時間脱脂した後、100～150 kg/cm² の圧力と 1800℃ の温度でホットプレスして、厚さ 3 mm の AlN 板状体を得た。これを直径 380 mm の円板状に切り出し、その外周部を直径 300 mm になるまで研磨した。このようにして、内部に W の抵抗発熱体とプラズマ電極を備えた図 2 の構造を有し、下記表 5 に示すように配線間距離 L 及び断面最小角度 θ が異なる各試料のセラミックスヒーターを作製した。

【0052】

このようにして得られた各試料のセラミックスヒーターについて、200 V の電圧で抵抗発熱体に電流を流すことにより、セラミックスヒーターの温度を 500℃ まで昇温し、セラミックスヒーターの割れ発生の有無を調べた。また、セラミックスヒーターのウエハ載置面上に厚み 0.8 mm、直径 300 mm のシリコンウエハを載せ、その表面温度分布を測定して、500℃ でのウエハ表面の均熱性を求めた。得られた結果を、試料毎に下記表 5 に示した。

【0053】

【表 5】

10

20

30

試料	断面最少角度 θ (°)	配線間距離 L (mm)	ヒーター割れ発生 頻度 (N=10)	500°Cウエハ表面 の均熱性(°C)
97	7	20	0/5	±1.86
98	7	10	0/5	±1.29
99	7	5	0/5	±0.47
100	7	1	0/5	±0.41
101	7	0.5	0/5	±0.36
102	5	20	0/5	±1.86
103	5	10	0/5	±1.29
104	5	5	0/5	±0.47
105	5	1	0/5	±0.41
106	5	0.5	0/5	±0.36
107	4	20	0/5	±1.86
108	4	10	0/5	±1.29
109	4	5	4/5	±0.47
110	4	1	4/5	±0.41
111	4	0.5	4/5	±0.36
112	2	20	0/5	±1.86
113	2	10	0/5	±1.29
114	2	5	4/5	±0.47
115	2	1	5/5	±0.41
116	2	0.5	5/5	±0.36

(注) 表中の*を付した試料は比較例である。

【0054】

上記表5に示す結果から分るよう、抵抗発熱体とプラズマ電極を有する窒化アルミニウム製のセラミックスヒーターであっても、抵抗発熱体の断面最小角度 θ を5°以上とすることにより、加熱昇温のヒーター割れを無くすることができた。しかも、抵抗発熱体の配線間距離Lを0.5～5mmの範囲内とすることによって、±0.5%以内の均熱性が得られた。

【0055】

【発明の効果】

本発明によれば、抵抗発熱体断面における底面と側面とがなす角度を最適化することにより、ウエハ表面の均熱性を保持しながら、加熱処理時に抵抗発熱体間での短絡による損傷のない半導体製造装置用セラミックスヒーターを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】セラミックスヒーターにおける抵抗発熱体断面を模式的に示す断面図であり、(a)は実際の抵抗発熱体断面を示し、(b)は理想的な抵抗発熱体断面を示している。

【図2】本発明によるセラミックスヒーターの一具体例を示す概略の断面図である。

【図3】本発明によるセラミックスヒーターの別の具体例を示す概略の断面図である。

【符号の説明】

- 1、11 セラミックスヒーター
- 2、2a、2b、12a、12b、12c セラミックス基板
- 3、3a、3b、13 抵抗発熱体
- 4、14a、14b 接着層
- 15 プラズマ電極

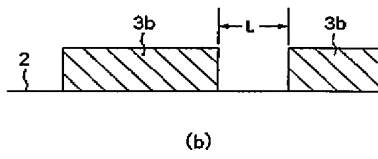
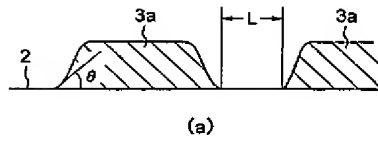
10

20

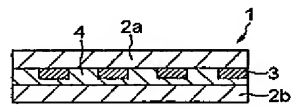
30

40

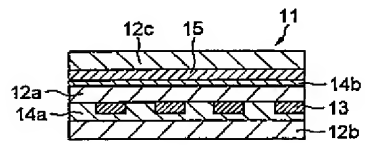
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

// H 0 1 L 21/205

F I

H 0 5 B 3/74

H 0 1 L 21/205

テーマコード (参考)

Fターム(参考) 3K034 AA03 AA04 AA06 AA08 AA10 AA16 AA34 BB06 BB14 BC03
BC04 BC12 HA04 HA10 JA10
3K092 PP09 QA05 QB02 QB18 QB75 QB76 RF03 RF11 RF17 RF22
VV22
5F045 AD09 BB02 EH04 EH08 EK09 EM09